

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02881726      \*\*Image available\*\*

TREATMENT BY PLASMA

PUB. NO.:      **01-179326** [JP 1179326 A]

PUBLISHED:      July 17, 1989 (19890717)

INVENTOR(s):    FUJIMURA SHUZO  
                         SHINAGAWA KEISUKE

APPLICANT(s):   FUJITSU LTD [000522] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                         (Japan)

APPL. NO.:      63-000329 [JP 88329]

FILED:           January 06, 1988 (19880106)

INTL CLASS:     [4] H01L-021/302; G01N-021/66

JAPIO CLASS:    42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 46.2  
                         (INSTRUMENTATION -- Testing)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA)

JOURNAL:        Section: E, Section No. 832, Vol. 13, No. 459, Pg. 127,  
                         October 17, 1989 (19891017)

#### ABSTRACT

**PURPOSE:** To control a process stably by accurately grasping an ashing speed and to enhance the reproducibility by a method wherein a plasma is generated by adding xenon gas to a reaction gas, luminous intensity values of an oxygen atom and a xenon atom are measured and a plasma treatment is controlled on the basis of an increase or a decrease in a concentration value of the oxygen atom which has been detected by a ratio of these luminous intensity values.

**CONSTITUTION:** Oxygen gas, nitrogen gas and xenon gas of individually prescribed amounts flow into a plasma chamber 2 from a gas inflow port 1; the plasma chamber 2 and an ashing chamber 3 are kept in a reduced pressure state; microwaves are applied to the gases inside the plasma chamber 2 from a waveguide tube 4 through a quartz sheet 5, by this setup, a plasma is generated. A luminous emission of this plasma is guided to a monochromator via an optical fiber 6; luminous intensity values at prescribed wavelengths (462nm, 777nm and 845nm) are measured; an ashing speed is also measured. When a ratio of a luminous intensity value of a xenon atom to that of an oxygen atom is found, a concentration value of the oxygen atoms can be obtained. An etching speed is presumed from this ratio of the luminous intensity values. If the ratio of the luminous intensity values is kept constant, the ashing speed becomes a prescribed value; a control operation can be improved.

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

007980463      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1989-245575/198934

Oxygen gas plasma treatment in semiconductor device mfr. - by adding  
xenon gas to oxygen-contg. process gas, measuring intensity of oxygen and  
xenon atom beams etc. NoAbstract Dwg 2/4

Patent Assignee: FUJITSU LTD (FUIT )

Number of Countries: 001    Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
<b>JP 1179326</b>	A	19890717	JP 88329	A	19880106	198934 B

Priority Applications (No Type Date): JP 88329 A 19880106

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 1179326	A	9		

Title Terms: OXYGEN; GAS; PLASMA; TREAT; SEMICONDUCTOR; DEVICE;  
MANUFACTURE ; ADD; XENON; GAS; OXYGEN; CONTAIN; PROCESS; GAS;  
MEASURE; INTENSITY; OXYGEN; XENON; ATOM; BEAM; NOABSTRACT

Derwent Class: L03; S03; U11

International Patent Class (Additional): G01N-021/66; H01L-021/30

File Segment: CPI; EPI

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-179326

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 21/302  
G 01 N 21/66  
H 01 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

E-8223-5F  
7458-2G  
H-8223-5F  
F-8223-5F

⑬ 公開 平成1年(1989)7月17日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 プラズマ処理方法

⑯ 特 願 昭63-329

⑰ 出 願 昭63(1988)1月6日

⑱ 発 明 者 藤 村 修 三 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑲ 発 明 者 品 川 啓 介 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

プラズマ処理方法

2. 特許請求の範囲

1. 酸素を含む反応ガスを用いてプラズマ処理を行なうときに、前記反応ガスにキセノンガスを添加しておいてプラズマを発生させ、アクチノメトリ法によって酸素原子発光強度およびキセノン原子発光強度を測定し、これらの発光強度比から酸素原子濃度の増減を検知し、この検知に基づいてプラズマ処理を制御することを特徴とするプラズマ処理方法。

2. 前記発光強度比が酸素原子の発光波長 777 nm ( $3p^2P^{\circ} \rightarrow 3s^2S^{\circ}$ ) 又は 845 nm ( $3p^2P \rightarrow 3s^2S^{\circ}$ ) での発光強度と、キセノン原子の発光波長 467 nm ( $7p_{1/2} \rightarrow 6s_{1/2}$ )、462 nm ( $7p_{1/2} \rightarrow 6s_{1/2}$ ) 又は 450 nm ( $6p^2P_{1/2} \rightarrow 5s_{1/2}$ ) での発光強度とから得られることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理方法。

3. 前記発光強度比が一定となるように酸素原

子濃度を増減すべくプラズマ発生条件を制御することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理方法。

3. 発明の詳細な説明

( 概 要 )

半導体装置製造過程でのレジスタッシングなどの酸素ガスを用いたプラズマ処理方法に関し、

777 nm および 845 nm 波長の酸素原子発光を利用できるようなアルゴルに代る内部標準の添加ガス(元素)を見い出して、アクチノメトリ法利用の測定での発光強度比からプラズマ中の酸素原子濃度の増減を検知し、それをプラズマ処理制御に利用することを目的とし、

酸素を含む反応ガスを用いてプラズマ処理を行なうときに、前記反応ガスにキセノンガスを添加しておいてプラズマを発生させ、アクチノメトリ法によって酸素原子発光強度およびキセノン原子発光強度を測定し、これらの発光強度比から酸素原子濃度の増減を検知し、この検知に基づいてプラズマ処理を制御することを特徴とするプラズ

マ処理方法に構成する。

#### (産業上の利用分野)

本発明はプラズマ処理、より詳しくは、半導体装置製造過程でのレジストアッシングなどの酸素ガスをを用いたプラズマ処理方法に関するものである。

#### (従来の技術)

半導体装置などの製造での微細加工にレジストが用いられ、その除去を酸素プラズマ中でのアッシング(灰化)によって行なうようになってきた。このレジストのアッシングを、酸素を含む反応ガスをマイクロ波によって励起してプラズマとし、このプラズマの下流で行なうダウン・フロー・アッシングが知られている。レジストアッシングをコンデンサ型ないし誘導コイル型電極で反応室内にて発生させたプラズマによって行なうことも知られている。このようなアッシング以外にもプラズマを利用して被加工物(例えば、ポリシリコン、

酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )などをエッチングすることも知られている。

プラズマ処理を制御性良くかつ再現性良く行なうためには、プラズマ中の原子濃度(原子数)をモニターすることは重要である。そして、比較的簡便にプラズマ中の原子濃度をモニターする方法としてアクチノメトリー法が知られている(例えば、J. W. Coburn & M. Chen: J. Appl. Phys. 51(6) June, 1980, pp. 3134~3136参照)。

#### (発明が解決しようとする問題点)

レジストアッシングの主要作用プラズマは酸素プラズマであり、酸素原子をアクチノメトリー法でモニターするときには、酸素原子の発光波長の616nm( $4d^3D^{\circ} \rightarrow 3p^3P^{\circ}$ )又は437nm( $4p^3P \rightarrow 3s^2S^{\circ}$ )での発光強度を内部標準としてのアルゴン原子の707nm( $4p^1_{1z} \rightarrow 4s_{1z}$ )発光波長での発光強度と比較することが提案されている(例えば、特願昭62-233736号、昭和62年9月19日出願、参照)。一般に、いずれの波長も発光強度が比較

的弱く、測定装置によってはモニターしづらいことがある。特に、アッシング速度の向上、処理温度(基板加熱温度)の低温化などが、酸素( $\text{O}_2$ )ガスに窒素( $\text{N}_2$ )ガスあるいは四フッ化炭素( $\text{CF}_4$ )ガスを添加によって図れるわけであるが、 $\text{N}_2$ (又は $\text{CF}_4$ )ガスが分解してあらゆる波長が出るために、目指す波長(616nm, 437nm および 707nm)のモニターが障害を受ける。それを回避するには高分解能の分光器が必要となるなどでありうまくいかない。

例えば、第2図に示したダウン・フロー・アッシングタイプのプラズマアッシング装置においてプラズマを発生させて、そのプラズマのHOPDスペクトル(第3図)を得ることができる。この場合のアッシング装置では、ガス流入口1から酸素( $\text{O}_2$ )ガス(900sccm)、窒素( $\text{N}_2$ )ガス(100sccm)およびアルゴン( $\text{Ar}$ )ガス(50sccm)をプラズマ室2へ流し、プラズマ室2およびアッシング室3を減圧(0.8 Torr)状態に保ち、マイクロ波(2.45GHz, 1.5kW)を導波管4から石英板5

を通してプラズマ室2内のガスに当てることによってプラズマを発生させる。このプラズマの発光を光ファイバー6を介してモノクロメータなどの分析器へ導き、第2図のスペクトルが得られる。

なお、発生したプラズマは金属メッシュ(シャワーベット)7を通して流れて、加熱ステージ8上に配置された半導体基板9に塗布したレジストに作用してアッシングを行なう。

第3図からわかるように、酸素原子の437nm波長発光および616nm波長発光は窒素原子の発光をそれぞれのピークの一部に含んでおり発光強度は酸素原子濃度と対応しない。したがって、アルゴン原子発光強度との比較も正確でないことになる。

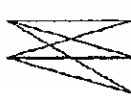
そこで測定のレンジを変更すると、第4図に示すようなプラズマのHOPDスペクトルが得られて、酸素原子の発光波長777nmと845nmとで強い発光強度が得られる(このことは一般に知られている)。これら777nmおよび845nmでの発光強度であれば少々他の発光と重なってもその影響は小さく、利用したいところである。しかしながら、777nm波

長の酸素原子発光はアクチノメトリーに不適格なことが知られている(R.E. Walkup, K.L. Saenger and G.S. Selwyn: J. Chem. Phys. 84(5), 1 March, 1986, 2668~2674参照)。さらに、845nm波長の酸素原子発光は707nm波長のアルゴン原子発光とアクチノメトリーを行なっても、616nm又は437nm波長の酸素原子発光とのようにはいかない。このうまくいかない原因は、845nm波長光は酸素の励起準位として約11 eVの位置からの発光であり、一方、アルゴンの707nm波長光は13 eVで、また、酸素の616nmおよび437nm波長光も13 eVであるからと考えられる。すなわち、発光する励起準位のエネルギーレベルをほぼ一致させないとうまくいかない。

本発明の目的は、777nm および 845nm波長の酸素原子発光を利用できるようなアルゴンに代る内部標準の添加ガス(元素)を見い出して、アクチノメトリー法利用の測定での発光強度比からプラズマ中の酸素原子濃度の増減を検知し、それをプラズマ処理制御に利用することである。

じである。

どのような波長での組合せから発光強度比を求めるかは、反応ガス中へのN<sub>2</sub>又はCF<sub>4</sub>添加量、分光器の特性、スペクトルのバックグラウンドなどを考慮して次の6通りから得られる。

0 (777nm)		Xe (467nm)
0 (845nm)		Xe (462nm)
		Xe (450nm)

そして、発光強度比が一定となるように、酸素原子濃度を増減すべくプラズマ発生条件(プラズマ発生時の装置内圧力、ガス流量、励起のためのマイクロ波パワー、ガス混合比など)を制御することになる。

#### (実施例)

添付図面を参照して本発明の実施態様例および比較例によって本発明を詳しく説明する。

先に説明した第2図のプラズマアッシング装置を用いて、半導体基板9上に塗布したレジスト

〔問題点を解決するための手段〕

上述の目的が、酸素を含む反応ガスを用いてプラズマ処理を行なうときに、前記反応ガスにキセノン(Xe)ガスを添加しておいてプラズマを発生させ、アクチノメトリー法によって酸素原子発光強度およびキセノン原子発光強度を測定し、これらの発光強度比から酸素原子濃度の増減を検知し、この検知に基づいてプラズマ処理を制御することを特徴とするプラズマ処理方法によって達成される。

酸素原子の発光波長 777 ( $3p^2P^o \rightarrow 3s^2S^o$ ) nm又は 845nm ( $3p^2P \rightarrow 3s^2S^o$ )での発光強度と、キセノン原子の発光波長 467nm ( $7p_{1/2} \rightarrow 6s_{1/2}$ ), 462nm ( $7p_{1/2} \rightarrow 6s_{1/2}$ )又は450nm ( $6p'_{3/2} \rightarrow 6s_{1/2}$ )での発光強度とから発光強度比を得ることが好ましい。

キセノン原子発光波長 467nmおよび 462nmでの発光はその準位が10.9 eVであり、450nmでの発光は、11 eVであり、これら値は酸素原子発光波長 777nmおよび 845nmでの発光の場合とほぼ同

(東京応化工業製の OFPR 800 ) を下記条件でアッシングした。

酸素(O<sub>2</sub>)ガス流量(SCCH): 1000, 950, 900, 850,  
800 および 750

窒素(N<sub>2</sub>)ガス流量(SCCH): 0, 50, 100, 150, 200  
および 250

酸素+窒素ガスの合計流量(SCCH): 1000 (一定)

キセノン(Xe) ガス流量(SCCH): 50 (一定)

装置内圧力: 0.8 Torr

マイクロ波波数: 2.45 GHz

マイクロ波パワー: 1.5 kW

プラズマ室2内に発生したプラズマの光をファイバー6経由でモノクロメータへ導き、特定波長(462nm, 777nmおよび 845nm)の発光強度を検出器にて測定した。そして、アッシング速度も測定した。これらの結果を第1図のグラフに示す。前述したように、波長 462nmの発光はキセノン原子のものであり、波長 777nmおよび 845nmの発光は酸素原子のもので、これらの発光強度の割合(比、1。(777nm) / 1 Xe(462nm) および 1。

(845nm) / [Xe(462nm) ... X印] を求めることによって、酸素原子(相対)濃度が得られる。窒素を添加することによってプラズマとなる酸素原子数(濃度)が増大することがわかる。また、レジストのアッシング速度(●印)と発光強度比(X印)とはほとんど一致することがわかり、この発光強度比が測定検出できれば、エッチング速度を推定することができる。そして、この発光強度比を一定に保つてならば、それはアッシング速度も所定値となり、プラズマ処理での制御向上が図れる。

一方、比較例として上述した条件のキセノンの添加の代りに同流量のアルゴンを用いたことのみが異なる条件で同じようにプラズマアッシング処理を行なった。プラズマの光を光ファイバー6経由でモノクロメータへ導き、特定波長(707nm、845nm および 777nm)の発光強度を検出器にて測定した。アッシング速度はキセノン添加の実施例と同じであり、測定結果を第1図のグラフに示す。酸素原子発光強度(845nm)とアルゴン原子発光強

度(707nm)との比(○印)および同様な酸素原子発光強度(777nm)とアルゴン原子発光強度(707nm)との比(▲印)は実際のアッシング速度(●印)とは類似傾向を示すがずれており、波長777nmの場合のほうがずれが大きい。

上述の説明ではアッシング前のプラズマをモニターしているが、バレル型アッシング装置においてはアッシング中のプラズマをモニターすることができる。この場合には、アッシング中の酸素原子濃度(発光強度)の制御ができるだけでなく、その増減を検知するなかでアッシングの終点(エンドポイント)を検出することができる。

#### (発明の効果)

本発明によると、酸素ガスに窒素又はフッ化炭素ガスを添加してアッシングを行なう際に、キセノンガスを添加しておいて該キセノン原子発光強度と酸素原子発光強度との比をアクチノトリ法による分析に基づいてモニターし、この発光強度比をプラズマアッシング処理条件を制御する指

標とすることができて、アッシング速度を正確に把握することができる。したがって、プラズマ処理でのプロセス安定制御ができ、再現性が良くなる。これらのことから不良品対策などでのダウンタイム(停止時間)を減らして稼働時間を増加させ、定期的なメンテナンス時期決定が効果的にでき、半導体基板にダメージを招くオーバアッシングを制御できるなどの効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、酸素ガスおよび窒素ガスにキセノンガス又はアルゴンガスを添加したガスでのプラズマアッシング処理におけるアッシング速度およびプラズマ中の酸素原子相対濃度(酸素原子発光強度とキセノン又はアルゴンの原子発光強度との比)を示すグラフであり、

第2図は、ダウン・フロー・アッシング方式でのプラズマアッシング装置の概略断面図であり、

第3図は、酸素ガス、窒素ガスおよびアルゴンガスの混合ガスのプラズマスベクトルであり、

第4図は、第3図の場合とは異なるレンジにおけ

る酸素ガス、窒素ガスおよびアルゴンガスの混合ガスのプラズマスベクトルである。

- 2…プラズマ室、
- 3…アッシング反応室、
- 5…石英板、
- 6…光ファイバー、
- 8…ステージ、
- 9…半導体基板。

特許出願人

富士通株式会社

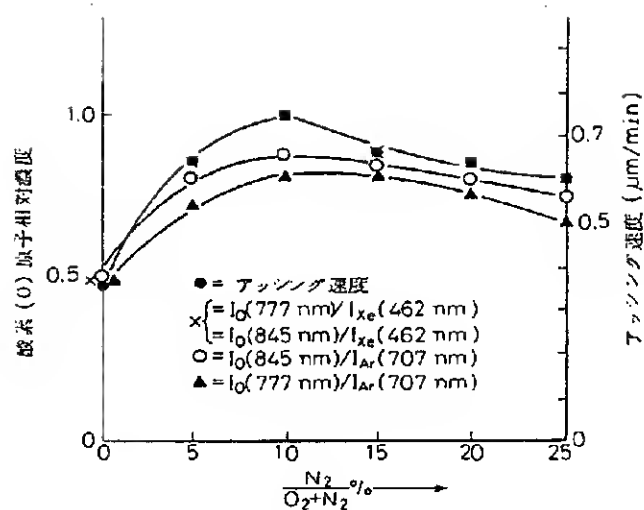
特許出願代理人

弁理士 青木 朗

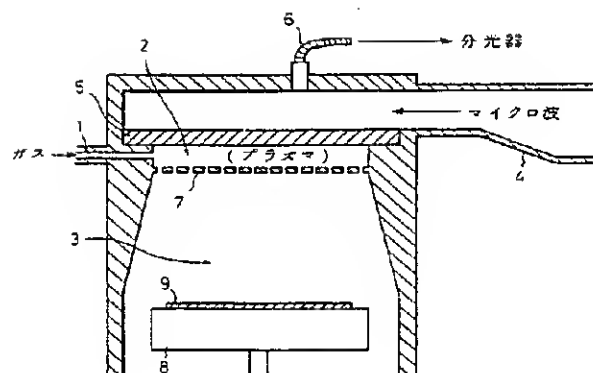
弁理士 西 舘 和 之

弁理士 内 田 幸 男

弁理士 山 口 昭 之

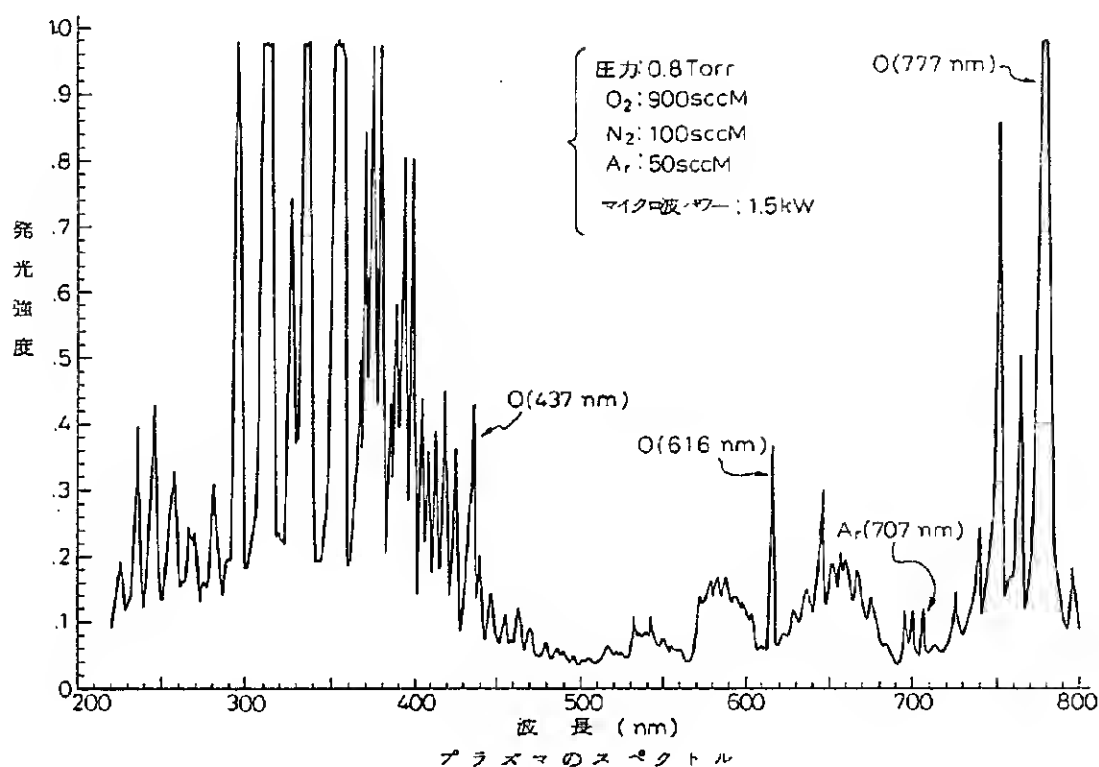


第 1 図

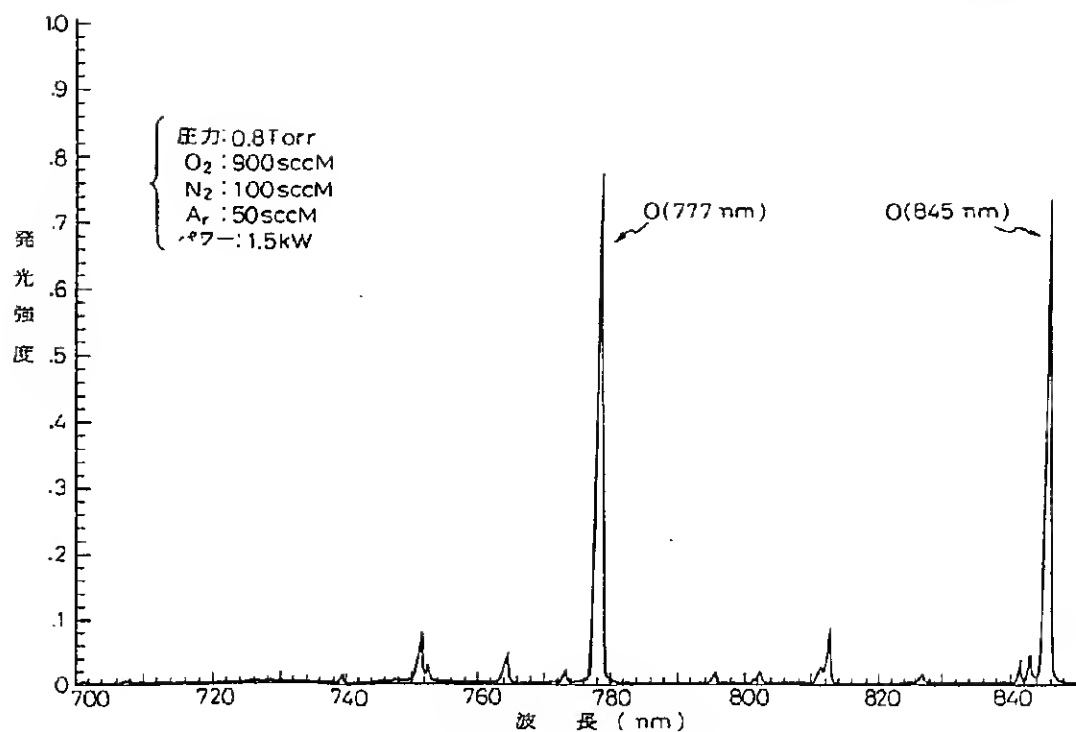


第 2 図

2... プラズマ室  
 3... エッチング反応室  
 6... 光ファイバー  
 9... 半導体基板



第 3 図



プラズマのスペクトル

第4図